

PAT-NO: JP407164124A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07164124 A
TITLE: METHOD FOR DETECTING END POINT OF POURIN IN LADLE IN CONTINUOUS CASTING
PUBN-DATE: June 27, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAWAI, HIROYUKI	
YAMADA, NOBUO	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON STEEL CORP N/A	

APPL-NO: JP05310913
APPL-DATE: December 10, 1993

INT-CL (IPC): B22D011/16 , B22D037/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To detect the starting of flow-out of slag into a tundish by sensing the vibrating accelerations in at least two directions having mutual difference of a long nozzle and detecting the flow-out of the slag by the sensed vibration.

CONSTITUTION: Accelerometers 11V, 11H and 11A for detecting the accelerations in the vertical direction, horizontal direction and axial direction, respectively are fitted to the other end part at the reverse side to the end part for supporting the long nozzle 5, of an arm in a long nozzle supporting device 9. When two or more values in the damping factors introduced from the signals of the three accelerometers 11V, 11H and 11A become the prescribed value or lower, it is decided that the slag flows out. The detected vibration is shock fluid vibration to the surface of molten

metal M in the long nozzle 5 as the generating source. By this method, as the initial stage of the flow-out of the slag S can surely be caught, there is no operation remaining the molten metal and the casting yield is improved.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

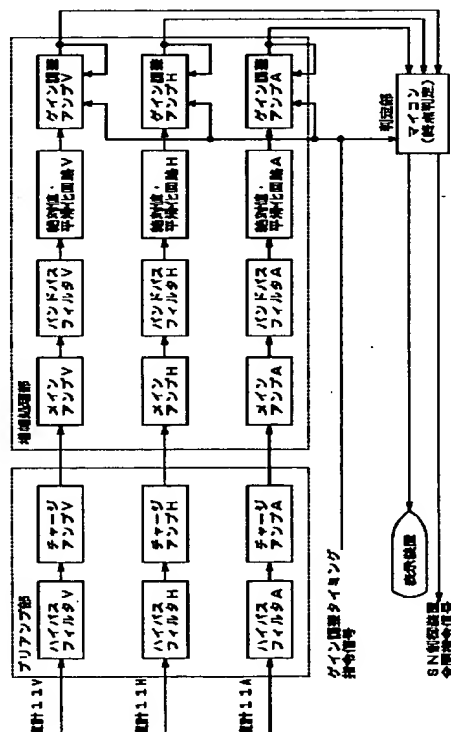
(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成7年(1995)6月27日

技術表示箇所

C 7511-4E

(74) 代理人 弁理士 杉信 興



【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶融金属を取鍋からロングノズルを介してタンディッシュに注湯する連続鑄造装置において取鍋注湯終点を検出する際に、前記ロングノズルの互いに異なる少なくとも2方向の振動加速度を感知し、感知された振動よりスラグ流出を検出することを特徴とする、連続鑄造における取鍋注湯終点検出方法。

【請求項2】 溶融金属を取鍋からロングノズルを介してタンディッシュに注湯する連続鑄造装置において取鍋注湯終点を検出する際に、前記ロングノズルの支持装置に互いに異なる少なくとも2方向の振動加速度を感知する加速度計を取り付け、該加速度計によって感知された振動より周波数が100Hz以上の振動を抽出し、抽出した振動の減衰率からスラグ流出を検出することを特徴とする、連続鑄造における取鍋注湯終点検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、連続鑄造において溶融金属を取鍋からロングノズルを介してタンディッシュに注湯するに際して、タンディッシュへのスラグの流出開始時点、いわゆる取鍋注湯終点を検出する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】連続鑄造においては、溶融金属（以下、溶湯と称す）を取鍋からロングノズルを介してタンディッシュに注湯し、続いてタンディッシュから鑄型に注湯し鑄造するが、取鍋内の溶湯の上面にはスラグが浮遊して層を成している。このため取鍋内溶湯の全量をタンディッシュに注湯すると、注湯末期においてはスラグがタンディッシュ内に流入する。タンディッシュ内にスラグが流入すると、これが鑄型内に流入し、鑄造された鑄片内に介在物として混入し、鑄片の品質が著しく損なわれる。これを防止するために、溶湯を取鍋内に多く残存させると歩留りの低下を招くことになる。このため、取鍋からスラグが流出し始める時を正確に検知し、タンディッシュへの注湯を停止することが鑄片品質および歩留りを向上させるうえで極めて重要である。

【0003】取鍋からのスラグの流出開始を検知するために、従来から種々の方法が試行されているが、これらのうち代表的な2つの方法について説明する。第1の方法は人の感覚による方法、第2の方法は渦電流を用いる方法であり、これらについて以下に説明する。

【0004】1) 人の感覚による方法

感覚による方法は2つあり、その1つは視覚による方法であり、もう1つは触覚による方法である；

(1) 視覚による方法

タンディッシュの蓋を開けておき、注湯末期にタンディッシュ内溶湯の表面を注意深く観察すると、スラグがタンディッシュに流入すると表面にスラグが浮上するの

の流出を判定できる、

(2) 触覚による方法

ロングノズルの支持装置の一部に触手し、その振動の強さが変化することによって、スラグの流出を判定できる。

【0005】2) 渦電流を用いる方法

溶湯とスラグでは電気抵抗が異なることを利用する方法である。図5に示すように取鍋ノズル1の周囲に検出用コイル2を埋め込み、これに交流電圧を印加すると磁界が発生し、これによる磁束が溶湯流出方向に生じ、溶湯に渦電流が流れる。渦電流の大きさの変化は等価的に検出用コイルのインピーダンスの変化となって現れるので、インピーダンス変化を検出することによりスラグの流出を検出することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来方法の問題点は以下に示す通りである；

1) 人の感覚による方法では、視覚による方法であれ触覚による方法であれ、オペレーターの熟練を必要とする。高熱による過酷な作業環境である、

2) 視覚による方法ではタンディッシュの蓋を開けておく必要があり、これはタンディッシュ内での溶湯の酸化を招くことから、実際上は適用できないことが多い、

3) 渦電流による方法は、既に実機での適用例も多いが、

①取鍋の基数分の取鍋ノズルを改造して検出コイルを埋め込む必要があり、

②取り付け部位が高温のため検出コイルが劣化する、などの理由で、検出装置を導入するに当たっての初期改造費用が高額であり、かつ、装置の性能を安定して維持するためには、検出コイルの頻繁な取り替えが必要となり、装置の保守費用が高額である。

【0007】本発明はこれらの問題点を解決しようとするもので、取鍋からロングノズルを介してタンディッシュに流入する流体が、溶湯からスラグに変化する時点、いわゆる取鍋注湯終点を正確に検出することを課題とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決する本発明の連続鑄造における取鍋注湯終点検出方法は、溶融金属を取鍋からロングノズルを介してタンディッシュに注湯する連続鑄造装置において取鍋注湯終点を検出する際に、前記ロングノズルの互いに異なる少なくとも2方向の振動加速度を感知し、感知された振動よりスラグ流出を検出することを特徴とする；また、前記連続鑄造装置において取鍋注湯終点を検出する際に、ロングノズルの支持装置に互いに異なる少なくとも2方向の振動加速度を感知する加速度計を取り付け、該加速度計によって感知された振動から周波数が100Hz以上の振動を抽出

とを特徴とする。

【0009】

【作用】以下に本発明を詳細に説明する。図1は連続鋳造装置を示し、取鍋3内の溶湯Mはスライディングノズル4およびロングノズル5を介してタンディッシュ6に供給され、タンディッシュ6内の溶湯Mは浸漬ノズル7を介して鋳型8に注入される。Sは溶湯Mの表面に浮遊するスラグを示す。ロングノズル支持装置9のアーム10の、ロングノズル5を支持する端部とは反対側の端部には、それぞれが垂直方向、水平方向および軸方向の加10速度を検出する加速度計11V、11Hおよび11Aが取り付けられている。これらの加速度計11V、11Hおよび11Aは、ロングノズル5により近い部分に取り付けることも可能であるが、一般に熔融金属を扱う連続鋳造設備では、伝熱および輻射により加速度計が過酷な環境にさらされる。このことが装置の信頼性および耐久性を害するため、ならびに連続鋳造作業の妨げになることを避けるため、アーム10の、ロングノズル支持端とは反対側の端部に取り付ける方が適切である。また、後述するようにアーム10に伝播する振動の大きさは微小で、かつスラグ流出が始まると必ず垂直方向、水平方向および軸方向の、3方向の振動の大きさが同時に低下するとは限らないので、少なくとも2方向の振動を感知（監視）する必要がある。

【0010】図2は、図1に示す加速度計11V、11Hおよび11Aの1つ（圧電型の加速度計）の加速度検出信号（生信号）をデータレコーダーに記録し、周波数分析した振動加速度スペクトル強度の分布例を示す。図中、帯域aはスラグ流出の有無とは無関係に発生するロングノズル5（図1）の自由振動などに起因する成分、帯域bはロングノズル5内を溶湯やスラグ（以下両者を含めて流体と称す）が通過するときに、ロングノズル5の内壁に流体が着いたり離れたりすることによって生ずる乱流現象（コアンダー効果と呼ばれている）に起因して発生する振動成分、帯域cは帯域aおよびbに比べて極めて微弱であるが、ロングノズル5内を流体が流下し、ロングノズル内のタンディッシュ湯面に流体が衝突するときに生じる衝撃流体振動に起因する成分である。図中、帯域bの斜線で示した部分は、実線がスラグ流出なし（溶湯のみ流出）のときのスペクトル、破線はスラグ流出中のスペクトルであり、溶湯とスラグの比重差によってコアンダー効果による振動が斜線部に相当する分だけ減少していることがわかる。また同様に帯域cでは多点塗り潰し部がスラグの流出有無によるスペクトル変化代に相当する。ここで重要なことは、帯域bのスペクトルはスラグ流出の有無によって変化しないことがあることである。その理由は、前記のコアンダー効果は、スライディングノズル4（図1）の開度やその磨耗具合などの作業条件によっては発生しないことがあるためと推

【0011】これに対して帯域cのスペクトルは流体の比重差があると変化するため、スラグ流出があると必ず変化する。帯域cの振動は、前述のようにタンディッシュ内湯面に流体が衝突する時の衝撃流体振動に起因するため、ノズル内の流体の状態の影響を大きく受ける。したがってスラグ流出が予期される時点の前から、流体の状態（例えば流量、湯面レベル等）に変化が生じないように慎重に条件を整えておかなければならない。次にスラグ流出が予期される時点の前（流出待機状態）で検出した振動加速度のレベルを所定の値となるよう調整増幅しておくことが望ましい。これはロングノズル5とロングノズル支持装置9との機械的な接合具合が取鍋3が変わるごとに、ロングノズル5が変わるごとに変化するため、またロングノズル内を流下する溶湯の噴流落下状態もその都度変化するためである。例えば、スラグ流出待機時期に抽出した信号レベルを1〔V〕という所定の値にしておけば、スラグ流出時の電圧レベルの変化がそのまま振動加速度の減衰率として表現できる。

【0012】次に、3個の加速度計の信号から導かれた減衰率のうち2個以上が所定の値以下になればスラグ流出と判定する。検出される振動は、発生源がロングノズル内溶湯の湯面への流体の衝撃流体振動であるため、基本的には振動の方向性を持たないと推定される。しかしながら発明者が実機においてテストした結果、例えば水平方向と垂直方向の減衰率は大きく変化するにもかかわらず、軸方向の減衰率は小さいといったことが生じたからであり、一方向だけの減衰率が小さくなることはなかった。また、このようにしておけば、たとえ加速度計の一個が性能劣化もしくは破壊することがあっても、これによる誤判定を下すことが少ないという利点もある。

【0013】

【実施例】図3に本発明を一態様で実施する信号処理系の構成を示す。図3に示す3個の加速度計11V、11Hおよび11Aは、図1に示すものであり、ロングノズル支持装置9のアーム10に装着されているものである。前述のように、検出される振動加速度は極めて微弱なため、加速度計の取り付けには細心の注意を要する。発明者らは以上のことに鑑みて耐熱型かつ絶縁型かつ防水型の加速度センサーを使用した。加速度計からローノイズケーブルを介して、ロングノズル支持装置9の近傍に図3に示すプリアンプ部を設置した。配線途中で混入するノイズを少なくするためである。プリアンプ部のハイパスフィルタでスラグ流出検知に貢献が少い、100Hz未満の低周波の振動加速度成分をカットすることが望ましい。プリアンプ部には後方に、加速度計（圧電型）からの電荷出力を電圧信号に変換するチャージアンプが設置されている。プリアンプ部の出力は増幅処理部に導かれる。ここで更にメインアンプにて信号を増幅し、その後バンドパスフィルタによって200Hz～1kHz

にて検波し、信号の変動値に相当する波形を得る。その後、ゲイン調整アンプにて、これを所定の大きさに増幅する。ゲイン調整はゲイン調整アンプの出力をフィードバックし、ゲイン調整タイミング指令信号が入力された時に、出力が例えば1〔V〕となるようにゲインを調整する。

【0014】図4にゲイン調整などのタイミングを示す。取鍋内のスラグを含む初期の取鍋内重量は事前に判明しており、鑄造開始からの鑄込重量も計算できるので、取鍋終了までの時間を予測することはできる。予測時間は一般にマイコンにて計算されるが、この予測時間よりも早く、かつ、経験的にこれよりも早い時期にスラグ流出はありえないという時間も設定可能である。これを図4の予告信号としている。予告信号が発せられると、必要に応じてスライディングノズル制御装置12の自動制御を解除し、手動操作に切り換える。手動にてタンディッシュ内溶湯面レベルがほぼ安定するようにスライディングノズル4の開度を調整する。調整完了時点a後にゲイン調整タイミング指令信号を発する。ゲイン調整タイミング指令信号を受けるとゲイン調整アンプV、H、Aは、それからTa時間、実施例では30secの間の振動レベル（該アンプの出力レベル）の平均を求め、この平均値がスラグ流出待機時振動調整レベル（実施例では1〔V〕）になるように、それ自身のゲインを調整する。なお、図4の時点b、cは、スライディングノズル4の開度を自動もしくは手動で変更したことによって、これに起因する振動が検出されて、振動レベルが変化したものである。図4において振動レベルが小さく揺動しているのは、連続鑄造設備の周辺設備、例えばポンプなどの振動が伝播したものであり、振動を用いた検出装置に不可避のノイズ信号と本発明の原理にかかわる衝撃流体振動の変化によるものである。時点dで、ゲイン調整アンプの出力レベルが、スラグ流レベルに変化している。図3に示すマイコンは、ゲイン調整タイミング指令信号が発せられて時間Taが経過してから、ゲイン調整アンプV、HおよびAの出力レベルを監視し、ゲイン調整アンプVの出力レベルがスラグ流レベルに低下するとこれを表わす情報を表示装置に与え、ゲイン調整アンプHの出力レベルがスラグ流レベルに低下するとこれを表わす情報を表示装置に与え、ゲイン調整アンプHの出力レベルがスラグ流レベルに低下するとこれを表わす情報を表示装置に与える。そして、このような出力を2回行なった時点すなわちゲイン調整アンプV、HおよびAの2つの出力レベルがスラグ流レベルに低下するとスライディングノズル4の全閉信号を発生してノズル制御装置12に与える。

【0015】本実施例では、図3の表示装置に振動レベルのトレンドを表示して、オペレータに提供し、あわせてオペレータの目視判定を可能としている。ブルーム用

流出判定率調査を90チャンスについて実施したところ、前記の加速度計を1個のみ使用したときの判定率は約59%、3個を使用し前記の方法で判定したものは約95%、オペレータによる振動レベルのトレンドの目視判定を併用した場合には100%の判定率を得た。従って、図1のノズル制御装置12への全閉指令信号は、装置12のオペレータへの警報信号として使用し、操業的にはオペレータの判断によって手動でノズル制御装置12を操作してスライディングノズル4を全閉とすることが好ましい。

【0016】

【発明の効果】本発明を連続鑄造設備に導入したことによる効果について、以下に述べる；

1) 鑄造品の品質向上

発明者らが実機適用したのはステンレス鋼ブルームの連続鑄造設備である。タンディッシュへのスラグ注入量を最小限に抑制できることから、2次成品の内部欠陥検査結果において顕著な向上がみられた、

2) 鑄造歩留りの向上

本発明を実施する以前には、品質厳格材に対しては、取鍋内に溶湯を残す湯残し操業を実施していたが、本発明によってスラグの流出初期を的確にとらえることができるため、湯残し操業がなくなり、鑄造歩留りが著しく向上した。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を連続鑄造設備で実施するための装置例の断面図である。

【図2】 図1に示す加速度計11V~11Aの1つの、振動加速度検出信号の周波数とスペクトル強度の関係を示すグラフである。

【図3】 図1に示す加速度計11V~11Aの検出信号を処理する電気回路系の構成を示すブロック図である。

【図4】 図3に示すゲイン調整アンプV~Aの1つの出力（振動レベル）と電気回路の入、出力信号の発生タイミングを示すタイムチャートである。

【図5】 従来の渦電流法によるスラグ流出を検知する装置の断面図である。

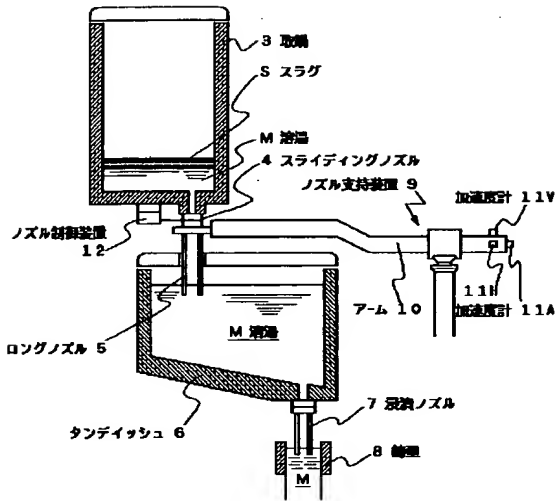
【符号の説明】

- | | |
|--------------|-------------------|
| 1：取鍋ノズル | 2：従来の検出用コイル |
| 3：取鍋 | 4：スライディングノズル |
| 5：ロングノズル | 6：タンディッシュ |
| 7：浸漬ノズル | 8：鑄型 |
| 9：ロングノズル支持装置 | 10：ロングノズル支持装置のアーム |
| 11：加速度計 | 12：スライディ |

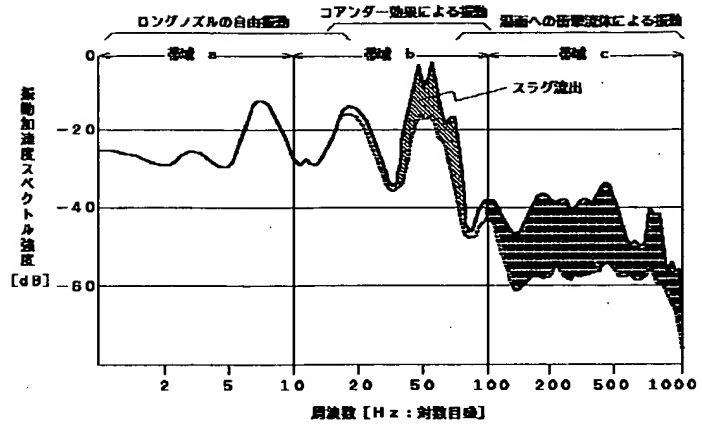
M: 溶湯

S: スラグ

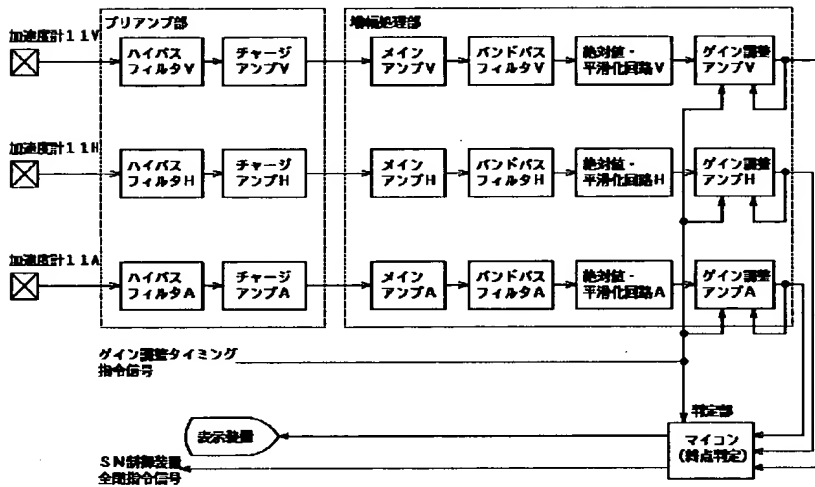
【図1】



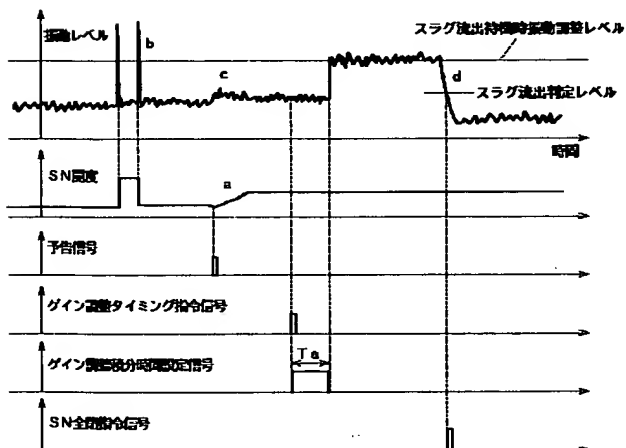
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

